Pêches et Océans Canada | Fisheries and Oceans Canada
Sciences | Science
Région du Golfe
Secrétariat canadien de consultation scientifique
Avis scientifique 2014/007

ÉVALUATION DE RÈGLES DE DÉCISION POUR LA PÊCHE DU CRABE DES NEIGES DANS LE SUD DU GOLFE DU SAINT-LAURENT POUR LEUR CONFORMITÉ AU CADRE DE L'APPROCHE DE PRÉCAUTION

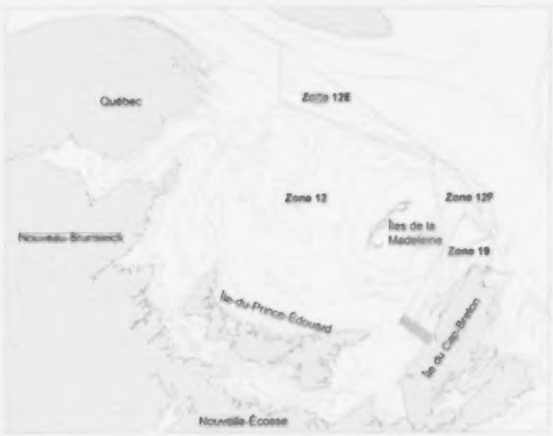


Figure 1. Carte du sud du golfe du Saint-Laurent qui indique les zones de pêche du crabe (ZPC).

Contexte :

Le crabe des neiges, Chionoecetes opilio, est exploité commercialement dans le sud du golfe du Saint-Laurent depuis le milieu des années 1960. La pêche est gérée annuellement à l'aide d'un total autorisé des captures. Les captures issues des relevés au chalut de fond sont utilisées pour estimer la biomasse de crabes des neiges mâles adultes de taille commerciale (largeur de carapace supérieure ou égale à 95 mm) et pour établir le total autorisé de captures commerciales pour l'année de pêche. Les points de référence (point de référence limite, point de référence supérieur du stock, taux d'exploitation maximum dans la zone saine) ont été définis pour ce stock (MPO 2010, 2012). Les règles de décision pour la pêche est un élément important du cadre décisionnel pour les pêches en incorporant l'approche de précaution (AP) (MPO 2009). Un groupe de travail conjoint du MPO et de l'industrie s'est réuni afin d'élaborer des règles de décision pour la pêche qui seraient conformes au cadre de l'AP. Il a été décidé que le groupe de travail soumettrait ses travaux à un examen par les pairs afin d'évaluer si les propositions de règles de décision pour la pêche étaient conformes à la politique de l'AP.

Le présent document fournit une évaluation de la conformité à l'AP de propositions de règles de décision pour la pêche de crabe des neiges dans le sud du golfe du Saint-Laurent. L'examen scientifique par les pairs a eu lieu du 29 au 31 janvier 2014 à Moncton, au Nouveau-Brunswick. Les participants à l'examen scientifique étaient issus de la Direction des sciences du MPO, de la Direction de la gestion des pêches du MPO, de l'industrie de la pêche, des organisations autochtones, des gouvernements provinciaux et d'experts externes invités.

Février 2014

Canada

SOMMAIRE

- Des propositions de règles de décision concernant la pêche du crabe des neiges dans le sud du golfe du Saint-Laurent ont été évaluées pour savoir si elles sont conformes avec le cadre de l'approche de précaution.
- La conformité avec l'approche de précaution a été évaluée en partant du principe que la probabilité que le stock tombe dans la zone critique ou qu'il y reste en raison de l'exploitation par la pêche doit être très faible (inférieure ou égale à 5 %).
- La conformité des propositions de règles a été examinée à l'aide de recrutements simulés comprenant des valeurs beaucoup plus basses et beaucoup plus élevées que celles observées au cours de la période d'évaluation; en conclusion, la méthode a été considérée comme appropriée pour évaluer la conformité.
- Les règles de décision examinées conformes à l'AP comprennent des propositions avec des taux d'exploitation dans la zone saine supérieurs à la valeur du F_{lim} définie de 0,346.
- Le choix parmi les règles de décision conformes à l'AP à utiliser pour prendre des décisions relatives à la gestion des pêches n'est pas à caractère scientifique.

INTRODUCTION

En 2009, Pêches et Océans Canada a publié le Cadre pour la pêche durable, qui fournit la base pour gérer les pêches canadiennes de manière à appuyer la conservation et l'utilisation durable. Le cadre comprend un certain nombre de politiques sur la conservation et l'utilisation durable des ressources halieutiques, notamment « Un cadre décisionnel pour les pêches intégrant l'approche de précaution » (MPO 2009). Le cadre décisionnel pour les pêches (le cadre d'AP) s'applique à la prise de décisions concernant les stratégies de pêche ou les taux de récolte d'un stock, soit une fois l'an, soit à un autre intervalle quelconque, et pour déterminer le total autorisé des captures (TAC) ou d'autres mesures de contrôle des pêches. C'est le cas pour le crabe des neiges du sud du golfe du Saint-Laurent.

Le cadre décisionnel général intégrant l'AP comprend trois éléments :

1. Des points de référence et des zones d'état du stock (zone saine, zone de prudence et zone critique) (figure 2).
2. Une stratégie et des règles de décision pour les pêches.
3. La nécessité de tenir compte de l'incertitude et du risque dans l'élaboration de points de référence ainsi que dans l'élaboration et la mise en œuvre de règles de décision.

Le premier élément du cadre a été achevé en ce qui concerne le crabe des neiges du sud du golfe du Saint-Laurent. Les points de référence et les zones d'état du stock en unité de biomasse de crabes des neiges mâles adultes de taille commerciale (largeur de carapace supérieure ou égale à 95 mm) ont été déterminés pour l'unité biologique du sud du golfe du Saint-Laurent (MPO 2010, 2012). Le deuxième élément du cadre fait l'objet du présent avis. Le troisième élément a été pris en compte pour la définition des points de référence ainsi que dans l'analyse de la stratégie de pêche et les règles de décision pour la pêche du crabe des neiges du sud du golfe du Saint-Laurent.

Un groupe de travail conjoint du MPO et de l'industrie a été chargé d'élaborer les propositions de stratégies de pêche et les règles de décision pour la pêche du crabe des neiges dans le sud du golfe du Saint-Laurent, à évaluer les règles pour leur conformité au cadre de l'AP, et à présenter des propositions de règles de décision au comité consultatif du crabe des neiges du

sud du golfe du Saint-Laurent. L'évaluation de la conformité des propositions de règles de décision a été présentée pour être examinée par les pairs. Ce rapport présente des orientations concernant les définitions de la conformité à l'AP. Il donne également des conseils concernant la méthode et les critères d'évaluation des propositions de règles de décision par rapport à la conformité à l'AP pour la pêche du crabe des neiges dans le sud du golfe du Saint-Laurent.

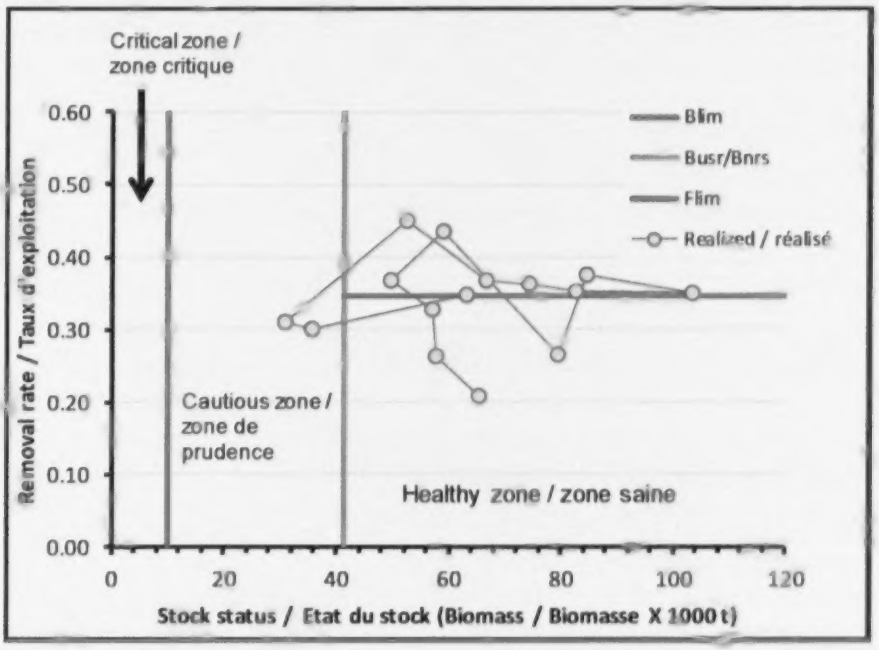


Figure 2. Diagramme de l'approche de précaution montrant les points de référence, les zones d'état du stock et l'historique de l'abondance et des taux d'exploitation dans la pêche de crabe des neiges dans le sud du golfe du Saint-Laurent, pour les années de pêches 1998 à 2012.

Biologie et pêche du crabe des neiges

La croissance du crabe des neiges (*Chionoecetes opilio*) est caractérisée par une mue terminale lorsque le crabe atteint sa pleine maturité. À ce stade, le crabe ne mue plus et la croissance s'arrête (Conan and Comeau 1986). Au moment de la mue terminale, les mâles atteignent des tailles comprises entre 40 mm et 150 mm de largeur de carapace, les femelles étant plus petites avec une largeur de carapace comprise entre 30 mm et 95 mm. Après la mue, les crabes ont une carapace molle et sont gorgés d'eau. Il faut environ 8 à 10 mois pour que la carapace d'un crabe de taille commerciale (largeur de carapace supérieure ou égale à 95 mm) durcisse. Il faut entre 12 et 14 années à un crabe des neiges mâle pour atteindre sa taille commerciale.

Dans le sud du golfe du Saint-Laurent, la mue des crabes des neiges se déroule de décembre à avril, avant la saison de la pêche. Les mâles adultes à carapace molle ne peuvent participer à la reproduction durant l'année qui suit leur mue terminale (Conan *et al.* 1988; Moriyasu *et al.* 1988). Après la mue terminale, il faut encore deux à trois ans pour atteindre la condition corporelle maximale (dureté de la carapace et teneur en muscle) et l'espérance de vie des mâles est d'environ sept ans. Toutefois, l'apparence et l'intégrité du corps peuvent diminuer de façon constante après la mue terminale en raison de l'encrassement de l'exosquelette et de la perte de membres.

La gestion de la pêche du crabe des neiges dans le sud du golfe du Saint-Laurent est fondée sur des quotas et la limitation de l'effort de pêche (allocations de casiers, dimensions des casiers et saisons). La largeur réglementaire minimale de la carapace est pour les mâles de 95 mm; les femelles ne sont pas pêchées, de même que les crabes à carapace molle et les crabes blancs. Les casiers appâtés, construits à partir de câbles ou de tuyaux d'acier, sont utilisés pour capturer les crabes, principalement sur les fonds vaseux ou de sable mêlé de vase à des températures variant entre -1 °C et 4,5 °C, et à des profondeurs variant entre 50 m et 280 m.

L'évaluation du crabe des neiges permettant de formuler un avis sur les captures est fondée sur un relevé indépendant de la pêche effectué au chalut de fond qui couvre la partie du sud du golfe pouvant être habitée par les crabes des neiges (MPO 2014). L'estimation de la biomasse de crabes des neiges mâles adultes faite à partir du relevé a varié d'un minimum de 30 920 t (plage de l'intervalle de confiance de 95 % s'étendant de 27 237 t à 34 959 t) en 2009 à un maximum de 103 429 t (plage de l'intervalle de confiance de 95 % s'étendant de 91 029 t à 117 036 t) en 2004. Les estimations de la biomasse totale tirées du relevé sont assez précises, les coefficients de variations annuels variant de 5,2 % à 11,6 %, avec une moyenne de 7,6 % pour la série chronologique 1997 à 2012.

ÉVALUATION

Les points de référence, conformes à l'approche de précaution (MPO 2009) ont d'abord été définis pour l'unité biologique du crabe des neiges (*Chionoecetes opilio*) du sud du golfe du Saint-Laurent en 2010, puis révisés en 2012 pour tenir compte de l'ajustement à la superficie utilisée pour estimer la biomasse (MPO 2010, 2012). L'estimation de la B_{RMS} (51 700 t) a été calculée en utilisant 50 % de la biomasse commerciale maximale pendant une période productive, soit 50 % de 103 400 t (MPO 2012). Le point de référence supérieur du stock (B_{NRS} = 41 400 t) a été estimé à 80 % de la B_{RMS}. Le point de référence limite (B_{lim}) pour l'état du stock a été déterminé comme la biomasse minimale du crabe mâle adulte à carapace dure de taille commerciale (estimation après la pêche tirée du relevé au chalut), qui a entraîné des taux de recrutement satisfaisants de crabes juvéniles de stade VIII (MPO 2010). La valeur B_{lim} a été estimée à 10 000 t. La valeur du F_{RMS} a été établie en utilisant le taux d'exploitation moyen sur la période productive utilisée pour estimer la B_{RMS} et est égale à 0,346, le taux d'exploitation moyen (récolte pour l'année t divisée par la biomasse de l'année t-1 estimée à partir du relevé au chalut) pour la période de pêche de 1998 à 2009 (MPO 2012).

Examen des propositions de règles de décision

Les règles de décision pour la pêche ont des caractéristiques communes dans chacune des trois zones du cadre de l'AP (MPO 2009). Quand le stock est dans la zone critique, le taux de récolte (qui prend en compte toutes les sources de prélèvement) doit être maintenu au strict minimum. Dans la zone de prudence, le taux d'exploitation diminue à mesure que le stock décline de la zone saine vers la zone critique. Le taux d'exploitation dans la zone saine est à sa valeur maximale quand le niveau de l'état du stock est supérieur ou égal à la valeur de B_{NRS}. À l'intérieur des zones, le taux de référence peut varier selon que le recrutement augmente ou diminue.

Toutes les règles de décision examinées par le groupe de travail sont de forme linéaire et sont déterminées par des points d'inflexion avec des valeurs le long de l'axe de l'état du stock et de l'axe du taux d'exploitation du diagramme de référence du cadre de l'AP. Les propositions de règles de décision ont un certain nombre de caractéristiques générales, ce qui fait qu'en modifiant quelques paramètres, une vaste gamme de règles peuvent être construites. Le

groupe de travail a examiné de nombreuses structures de règles de décision qui différaient dans le nombre et les valeurs des points d'inflexion au sein de la zone de prudence et de la zone saine (figure 3).

La règle par défaut utilise les points de référence déterminés pour le stock de crabes des neiges (figures 3A, 3D). Le taux d'exploitation augmente de manière linéaire dans la zone de prudence à partir d'une valeur de TE_{crit} (taux d'exploitation dans la zone critique) lorsque la biomasse commerciale (BC) est inférieure ou égale à B_{lim} (10 000 t) jusqu'à un taux d'exploitation maximum de 0,346 (F_{lim}) lorsque BC est supérieure ou égale à la valeur du B_{NRS} (41 400 t). La valeur par défaut de TE_{crit} a été fixée à 0. Deux variantes de règle de décision dans la zone de prudence ont été considérées :

- Une règle du « seuil » (figure 3B) avec une pente du taux d'exploitation similaire à celle de la règle par défaut quand BC est inférieure à la valeur du B_{NRS} et supérieure ou égale à une valeur seuil (B_{crit}). Lorsque BC est inférieure à la valeur du B_{crit}, le taux d'exploitation tombe soudainement à la valeur du TE_{crit}.
- Une règle « intermédiaire » (figure 3C) détermine deux pentes pour le taux d'exploitation dans la zone de prudence qui s'articulent sur un point pivot fixe de la biomasse commerciale et du taux d'exploitation. Le point pivot proposé par le groupe de travail correspondait à la valeur du taux d'exploitation acceptée par l'industrie pour la pêche de 2011 (TE_{bas} = 0,30) fondé sur la valeur de la BC tirée du relevé de 2010 (B_{bas} = 36 000 t) (MPO 2013).

Deux variantes de la règle par défaut dans la zone saine ont été considérées (figure 3) :

- Une règle « à étapes » (figure 3E) consistant en quatre niveaux de taux d'exploitation dans la zone saine a été proposée. Pour BC supérieure ou égale à la valeur du B_{NRS} mais inférieure à la valeur de B_{RMS} (51 700 t), le taux d'exploitation a été établi à F_{lim} (0,346). Pour BC supérieure ou égale à la valeur de B_{RMS} mais inférieure à la valeur du B_{max} (équivalent à 61 700 = B_{RMS} + 10 000 t) le taux d'exploitation (TE_{moy}) a été établi à 0,362 ou 0,382 selon que le recrutement diminuait ou augmentait d'une année à l'autre respectivement. Pour BC supérieure ou égale à B_{max}, le taux d'exploitation a été établi à 0,3979 (TE_{max}). Les points d'inflexion correspondent à des valeurs situées à l'intérieur de la période de pêche des années 1998 à 2009 qui a été utilisée pour déterminer les points de référence pour ce stock (MPO 2013).
- Une règle « proportionnelle » (figure 3F) avec un point d'inflexion établi à la valeur maximum de l'estimation de la BC (B_{max} = 103 400 t) et une valeur maximum du taux d'exploitation correspondant au taux d'exploitation maximum (TE_{max} = 0,45) atteint pour le stock (MPO 2013). Le taux d'exploitation entre B_{NRS} et B_{max} augmente de manière linéaire de F_{lim} à TE_{max}. Pour BC supérieure ou égale à B_{max}, le taux d'exploitation a été établi à TE_{max}.

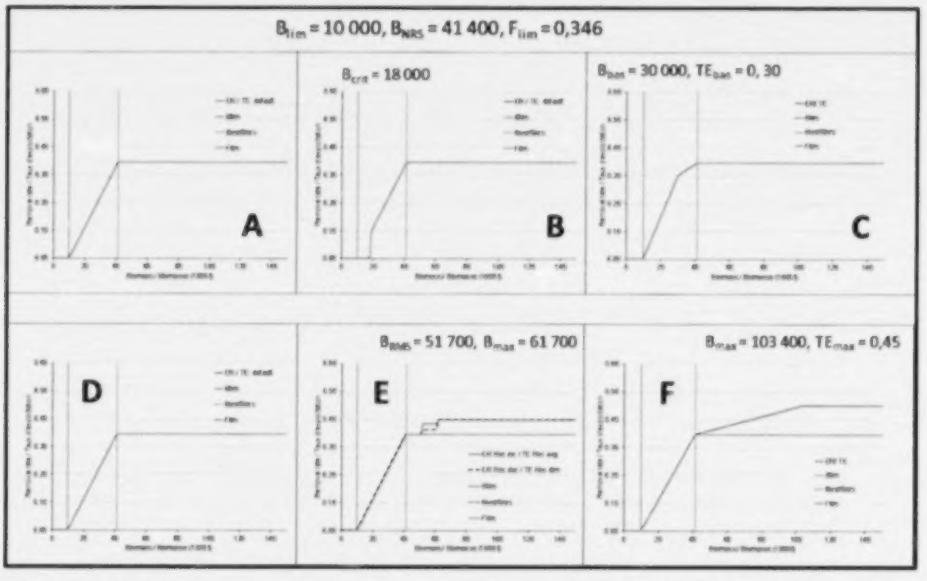


Figure 3. Règle de décision par défaut (A, D) et des variantes pour des règles dans la zone de prudence (B, C) et dans la zone saine (E, F).

Des variantes comprennent aussi des règles dans laquelle le taux d'exploitation varie en fonction de la trajectoire du stock (figure 4). Par exemple, le taux de prélèvement sur un stock dans la zone de prudence pourrait être différent si l'état du stock s'améliorait (p. ex. augmentation du recrutement) ou au contraire s'il déclinait (p. ex. diminution du recrutement). La règle à étapes pour la zone saine décrite dans la section précédente est une règle qui dépend de la trajectoire du stock. Les valeurs des points d'inflexion de toutes les structures des règles de décision proposées ont été modifiées afin de déterminer celles qui permettraient d'obtenir des règles conformes au cadre de l'AP. Déplacer les points d'inflexion n'est pas la même chose que modifier les points de référence.

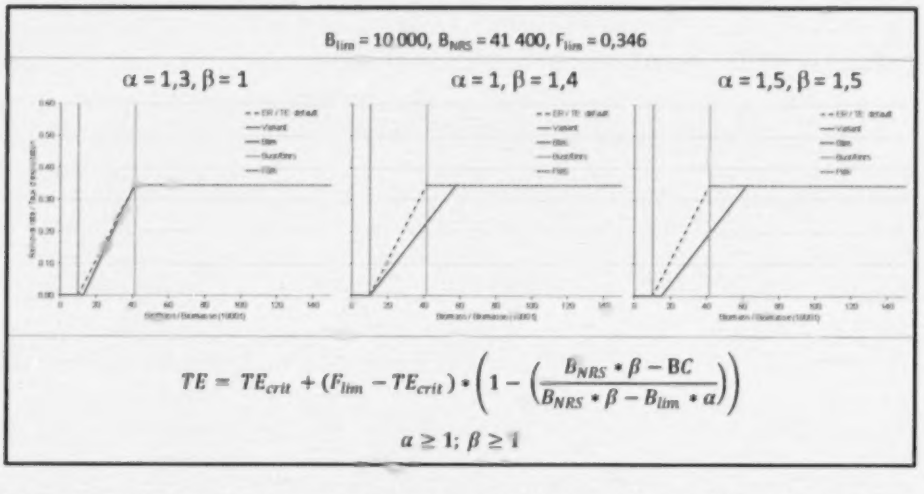


Figure 4. Exemples de variantes de points d'inflexion de la règle linéaire par défaut de la zone de prudence et l'équation utilisée pour obtenir la pente du taux d'exploitation. Le taux d'exploitation par défaut dans la zone de prudence est indiqué sous la forme d'une ligne pointillée.

Définir ce que signifie conformité au cadre de l'approche de précaution (AP)

La politique concernant l'approche de précaution (MPO 2009) n'est pas claire quand il s'agit de définir les conditions nécessaires pour que les stratégies de pêche et les règles de décision concernant la pêche soient conformes avec la politique. De façon générale, si l'indicateur d'état du stock est dans la zone critique, les prélèvements par toutes les pêches doivent être maintenus au plus bas niveau possible. Si le stock se trouve dans la zone de prudence, le taux d'exploitation doit être progressivement ajusté pour éviter que le stock ne tombe dans la zone critique. Quand le stock est dans la zone saine, le taux d'exploitation ne doit pas excéder le taux défini correspondant à F_{RMS} et les mesures de gestion doivent contrer une tendance au déclin vers la zone de prudence (MPO 2009). Dans tous les cas, le stock fait référence aux crabes des neiges mâles adultes de taille commerciale (largeur de carapace supérieure ou égale à 95 mm) de l'unité biologique du sud du golfe du Saint-Laurent.

En se fondant sur ces principes généraux, il a été établi qu'une de règle de décision serait conforme à l'AP s'il est très peu probable (probabilité inférieure ou égale à 5 %) que le stock rentre ou reste dans la zone critique en raison de l'exploitation par la pêche.

Considérations sur le taux d'exploitation dans la zone saine

La valeur de F_{RMS} (F_{lim}) déterminée pour le stock du sud du golfe du Saint-Laurent a été établi à la moyenne du taux d'exploitation réalisé par la pêche durant une période tenue pour avoir été productive et qui a été utilisée pour déterminer la valeur de la B_{RMS} (MPO 2010). Les taux d'exploitation de ces années (de 1998 à 2009) ont été établis chaque année par l'intermédiaire d'un processus de consultation avec l'industrie tenant compte de l'évaluation scientifique. L'utilisation d'une valeur moyenne pour la même période que celle utilisée pour déterminer la valeur de B_{RMS} était donc pratique. Comme en fait état le MPO (2010, 2012), on ne sait pas si la moyenne de la biomasse durant la période allant de 1997 à 2008 est une bonne valeur approximative pour la B_{RMS}, puisque le recrutement de grands mâles de mue terminale de ces niveaux de biomasse n'a été mesuré à ce jour que pour quelques cohortes de recrutement.

Il existe de nombreuses considérations biologiques et halieutiques pour considérer une valeur du taux d'exploitation dans la zone saine qui excède la valeur approximative de F_{RMS} déterminée actuellement. Lorsque les crabes des neiges atteignent leur maturité, ils subissent une mue terminale. Après celle-ci, les crabes arrêtent de grandir et de grossir. De même, à mesure que les crabes mâles vieillissent, leur potentiel reproducteur baisse. Cela contraste avec de nombreuses autres espèces de crustacés, comme le homard, et de poissons, dont les individus continuent généralement à grandir quand ils vieillissent, même après avoir atteint leur maturité. Pour ces espèces, il peut être avantageux de réduire l'exploitation, car la contribution des individus plus vieux à la biomasse reproductrice peut être plus importante à mesure qu'ils vieillissent et qu'ils grandissent. En ce qui concerne le crabe des neiges, la biomasse reproductrice totale des mâles adultes ne peut augmenter d'une année à l'autre qu'avec les nouveaux recrutements, car il n'y a pas d'augmentation annuelle de la biomasse des individus ayant subi leur mue terminale. De plus, l'espérance de vie des crabes ayant subi leur mue terminale est limitée à environ sept ans au maximum.

La pêche ne cible que les grands crabes des neiges mâles adultes dont la largeur de carapace est égale ou supérieure à 95 mm, et la valeur économique est plus élevée pour les crabes des neiges à la carapace dure et propre qui ont subi leur mue terminale deux ou trois ans auparavant.

En partant de là, les propositions de règles de décision avec des taux d'exploitation variables dans la zone saine dépassant le taux d'exploitation actuellement défini ont été examinées pour vérifier leur conformité avec l'AP.

Critères pour comparer les règles de décision et évaluer la conformité avec le cadre de l'AP

Si l'on se fonde sur la politique de l'approche de précaution, la probabilité que le stock tombe dans la zone critique devrait être très faible (inférieure à 5 %) (MPO 2009). La performance des règles de décision a été quantifiée pour les critères suivants :

- Le nombre d'années pour lesquelles la biomasse résiduelle (biomasse des reproducteurs après la pêche) serait inférieure à la valeur du B_{lim} avec une probabilité supérieure à 0,05.
- Le nombre d'années durant lesquelles la pêche était ouverte et la probabilité était supérieure à 0,05 que la biomasse résiduelle (biomasse des reproducteurs après la pêche) soit inférieure à la valeur du B_{lim} durant l'année de pêche.
- Les combinaisons de changements annuels dans l'indicateur de l'état du stock dans les zones concernées par l'approche de précaution.

Méthode de simulation pour évaluer la performance relative des règles de décision

La performance des règles de décision a été évaluée par la simulation d'une séquence de décisions concernant la biomasse commerciale et le TAC sur un grand nombre d'années en se fondant sur une proposition de règle de décision. La simulation et l'analyse des règles de décision sont effectuées de la manière indiquée ci-dessous (pour plus de clarté, toutes les références à la biomasse commerciale, à la biomasse du recrutement, à la biomasse résiduelle et aux débarquements concernent les crabes des neiges mâles adultes ayant effectués leur dernière mue et dont la largeur de carapace est supérieure ou égale à 95 mm). À partir d'une année de départ et d'une estimation de la biomasse commerciale, le TAC est sélectionné en fonction de la règle de décision prise en compte. La biomasse résiduelle est ensuite calculée en fonction de l'estimation de la biomasse commerciale disponible pour la pêche, moins les pertes de crabes qui ne sont pas dues à la pêche, et en supposant que le TAC est atteint. Le recrutement estimé ou simulé est ensuite ajouté à la biomasse résiduelle et le total représente la biomasse commerciale disponible pour l'année de pêche suivante.

Les intrants nécessaires pour ces analyses comprennent :

- l'estimation de la biomasse commerciale de la première année,
- une estimation du taux de perte avant la pêche, et
- une séquence de valeurs de la biomasse du recrutement des années suivantes.

Les estimations des valeurs du recrutement pour la période allant de 1997 à 2012 se situaient à des niveaux qui, avant la pêche, plaçaient la biomasse commerciale dans la zone saine pour 14 des 16 années évaluées et dans la zone de prudence (biomasse inférieure à 41 400 t) pour les deux autres années évaluées (MPO 2013). En ce qui concerne les années 2013 à 2047, une série de recrutements qui imitait la périodicité de dix ans environ séparant deux abondances maximales du crabe a été simulée. Les valeurs moyennes ont été délibérément abaissées dans la première moitié de la série de simulations, puis augmentées dans la deuxième moitié afin d'étudier le rendement des règles de décision pour une vaste gamme de niveaux de recrutement (figure 5).

En l'absence de pêche, la biomasse commerciale simulée des crabes des neiges évolue en fonction des variations du recrutement (figure 5). En dépit des faibles moyennes de recrutement

simulées pour 2017 jusqu'à 2020 (les valeurs moyennes variant entre 4 300 t et 6 800 t) et de nouveau de 2026 jusqu'à 2030 (les valeurs moyennes variant entre 4 200 t et 9 400 t), la biomasse résiduelle reste supérieure à la valeur du B_{lim} pour toutes les années ($P > 0,95$) et la biomasse commerciale demeure dans la zone saine pour 45 des 50 années (demeure dans la zone de prudence une année, passe de la zone saine à la zone de prudence pour deux ans, passe de la zone de prudence à la zone saine pour deux ans) (figure 5).

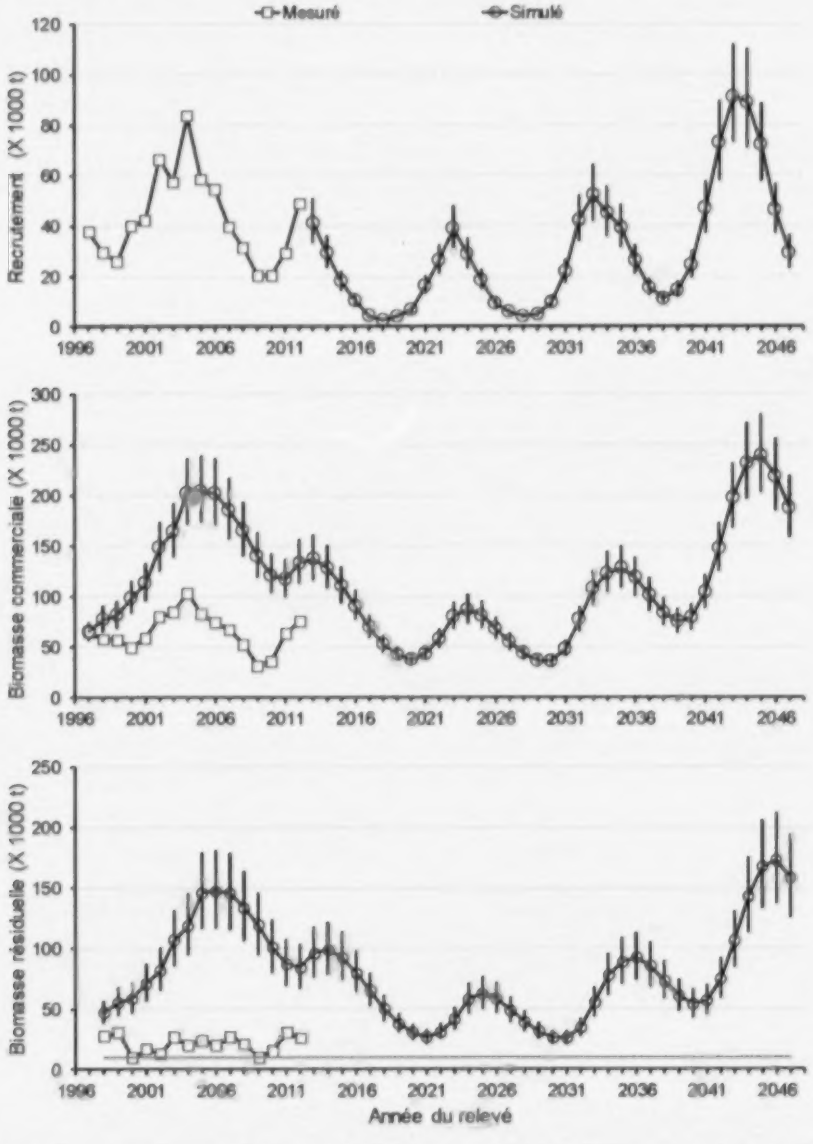


Figure 5. Tendances du recrutement simulé (volet supérieur), de la biomasse commerciale simulée (volet du milieu) et de la biomasse résiduelle simulée (volet inférieur) en l'absence d'exploitation par la pêche, utilisées pour évaluer le rendement des propositions de règles de décision.

Au total, 5 000 simulations de type Monte Carlo ont été utilisées pour inclure les erreurs d'observation rattachées à l'évaluation de la biomasse commerciale. Étant donné que le but était de comparer le rendement relatif des règles, les mêmes 5 000 prélèvements de type

Monte Carlo des variables pertinentes ont été utilisés (5 000 valeurs de l'estimation de la biomasse commerciale pour la première année de la simulation, 5 000 valeurs de la proportion de la biomasse commerciale perdue avant la pêche pour toutes les années et 5 000 valeurs annuelles de la biomasse de recrutement, qui varient chaque année).

Résultats du rendement des règles de décision et de leur conformité avec le cadre de l'AP

Il existe un nombre important de combinaisons potentielles de règles de décision qui peuvent être produites à partir des quelques variantes décrites pour la zone de prudence, la zone saine, la variante dépendante à la trajectoire du stock et les variantes décrites ci-dessus (figures 3 et 4). L'examen de ces combinaisons et de leur rendement relatif au critère de conformité avec le cadre de l'AP révèle que la règle dans la zone de prudence était le facteur déterminant principal pour une conformité avec le cadre de l'AP.

Dans les séries de recrutement simulé avec des périodes de très faible recrutement sans pêche (figure 5), la biomasse résiduelle simulée reste au-dessus de la valeur B_{lim} pour toutes les années ($P > 0,95$) et la biomasse commerciale reste dans la zone saine pour 45 des 50 années. Un grand nombre de variations de règles sont conformes à l'AP, ces règles assurent que la biomasse résiduelle ne soit jamais inférieure ou égale à la valeur du B_{lim} avec une probabilité supérieure à 5 % (annexes 1 à 3). Douze variantes de la règle linéaire, de la règle à étapes dans la zone saine et de la règle proportionnelle avec deux variantes dans la zone de prudence (seuil, intermédiaire) sont passées en revue et étaient en conformité avec l'AP. Les seules différences quant au rendement lié à ces règles se situent au niveau du nombre d'années où le stock est dans la zone saine et dans la zone de prudence. Le plus souvent, ces règles ont entraîné des périodes de fermeture de la pêche ou des TAC très bas.

Des détails des propositions de règles de décision conformes à l'AP constituées de variations de règles du taux d'exploitation dans la zone de prudence (par défaut : linéaire, B_{crit}, B_{bas} et TE_{bas}, B_{crit} et B_{bas} et TE_{bas}) et concernant les variantes dans la zone saine ont été élaborés par le groupe de travail et sont résumés dans les annexes 1 à 3.

Sources d'incertitude

Les séries de recrutement simulé constituent une tentative d'imitation de la périodicité des oscillations du recrutement observées pour le stock de crabes des neiges dans le sud du golfe du Saint-Laurent. Les résultats des analyses seraient peu sensibles aux séries de recrutement simulé et la conformité des règles par rapport à l'approche de précaution peut être comparée de façon pertinente.

La dynamique qui relie le stock parental et le recrutement n'est pas modélisée dans les simulations de séries chronologiques de recrutement. Par conséquent, les simulations de recrutement ne représentent pas la trajectoire prévue pour le stock de crabes des neiges. Il en va de même pour l'analyse des règles de décision, et, en particulier, pour une conclusion sur les règles conformes au cadre de l'AP, qui ne doit pas être interprétée comme une indication du rendement du stock à l'avenir. La série de recrutement simulée est utilisée pour permettre de comparer le rendement relatif des règles de décision ainsi l'utilisation de recrutement identique des séries chronologiques et, particulièrement, pour une gamme d'abondances de recrutement qui pourraient se produire dont des états de faible recrutement.

La conformité des règles par rapport à l'AP est propre aux incertitudes présumées dans ce modèle. Les incertitudes intégrées au modèle comprennent les estimations des pertes non liées à la pêche entre les années de relevé ainsi que les incertitudes liées aux observations

associées à l'évaluation. Une valeur d'incertitude d'observation fixe associée à l'évaluation de la biomasse commerciale a été utilisée (sur l'échelle logarithmique, écart-type de 0,10). Pour les années évaluées de 1997 à 2012, la plage de l'écart-type était de 0,051 à 0,115. Si l'incertitude concernant la biomasse commerciale évaluée est supérieure à la valeur utilisée, les variantes conformes à l'AP des propositions de règles seront différentes, avec des valeurs plus prudentes pour les points d'inflexion auxquels les règles de taux d'exploitation sont définies.

On a supposé qu'il n'y avait aucune erreur dans la déclaration des débarquements et qu'au cours de toutes les années, le TAC avait été atteint. La gestion de la pêche est soumise à des mesures de contrôle de déclaration très strictes, associées surtout à une vérification à quai, c'est pourquoi les valeurs sont jugées de bonne qualité.

CONCLUSIONS ET AVIS

La condition selon laquelle les règles de décision concernant la récolte sont évaluées par rapport à leur conformité avec la politique de l'AP revient à dire que la probabilité que le stock tombe dans la zone critique ou qu'il y reste en raison de l'exploitation par la pêche doit être très faible (inférieure ou égale à 5 %).

Les rendements des propositions de règles relatives à l'AP ont été évalués à l'aide de recrutements simulés, ce qui comprend des valeurs nettement inférieures à toute valeur de recrutement observée pendant la série chronologique de 1998 à 2012. Les oscillations du recrutement ont été modélisées afin d'imiter la périodicité des abondances observées pour le crabe des neiges. Cette approche est appropriée pour évaluer ces règles de décision.

La valeur d'erreur d'observation fixe choisie pour l'estimation de la biomasse commerciale pour les simulations est comprise dans l'éventail des valeurs annuelles, mais supérieures à la valeur moyenne et est suffisante pour évaluer la performance des règles de décision.

Les taux d'exploitation au-delà de 0,346 dans la zone saine peuvent être conformes avec le cadre de l'AP selon le critère de conformité utilisé dans cette analyse.

Au cours de toutes les années de simulation, il a été possible d'élaborer des règles de décision dans le cadre desquelles la biomasse résiduelle ne s'est jamais chiffrée en dessous de la valeur du B_{lim}. Douze règles présentées par le groupe de travail ont été considérées comme conformes à l'AP. D'autres règles pourraient être élaborées et testées.

Les propositions de règles de décision évaluées pourraient tirer parti d'un examen dans cinq autres années suite à la collecte de données supplémentaires de dynamiques du stock. D'ici là, le pronostic de l'évaluation laisse entendre que, malgré un recrutement toujours variable, il n'y a aucune indication d'un échec du recrutement du type modélisé dans les séries de recrutement simulé.

En fin de compte, la conformité des propositions de règles de décision avec le cadre de l'AP est évaluée exclusivement en se fondant sur les critères associés à l'état du stock. Des exemples de critères socio-économiques qui permettraient de choisir parmi les règles conformes à l'AP ont été décrits par le groupe de travail, notamment le TAC maximal et le nombre minimum d'années où le TAC est inférieur à la valeur critique pour l'industrie. Le choix parmi ces règles de décision conformes à l'AP n'est pas à caractère scientifique.

SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

Le présent avis scientifique découle de la réunion de consultation scientifique régionale du Secrétariat canadien de consultation scientifique de Pêches et Océans Canada tenue les 29-31 janvier 2014 et portant sur l'évaluation de l'état du stock de crabes des neiges du sud du golfe du Saint-Laurent. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada.

Hébert, M., Wade, E., Biron, M., DeGrâce, P., Landry, J.-F., et Moriyasu, M. 2012. Évaluation de 2011 du stock de crabe des neiges (*Chionoecetes opilio*) dans le sud du golfe du Saint-Laurent (zones 12, 19, 12E et 12F). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2012/080.

Hébert, M., Wade, E., DeGrâce, P., Landry, J.-F., et Moriyasu, M. 2014. Évaluation de 2012 du stock de crabe des neiges (*Chionoecetes opilio*) dans le sud du golfe du Saint-Laurent (zones 12, 19, 12E et 12F). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2013/111.

MPO. 2006. Compte rendu de l'atelier sur le cadre d'évaluation du crabe des neiges du sud du golfe du Saint-Laurent (zones 12, E, F and 19). Processus consultatif régional du Golfe; 11-14 octobre, 2006. Sécr. can. de consult. sci. du MPO. Compte-rendu 2006/042.

MPO. 2009. Un cadre décisionnel pour les pêches intégrant l'approche de précaution.

MPO. 2010. Niveaux de référence conformes à l'approche de précaution pour le crabe des neiges du sud du golfe du Saint-Laurent. Secr. can. de consult. Sci. du MPO. Avis sci. 2010/014.

MPO. 2012a. Compte rendu de la réunion portant sur l'examen cadre des méthodes d'évaluation du stock de crabe des neiges dans le sud du gofle du Saint-Laurent, du 21 au 25 novembre, 2011. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Compte rendu 2012/023.

MPO. 2012b. Points de référence révisés tenant compte des changements de la surface d'estimation de l'unité biologique du crabe des neiges du sud du golfe du Saint-Laurent. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Avis sci. 2012/002.

MPO. 2013. Évaluation du crabe des neiges du sud du golfe du Saint-Laurent (zones 12, 19,12E et 12F) et avis pour la pêche de 2013. Secr. can. de consult. Sci. du MPO. Avis sci. 2013/002.

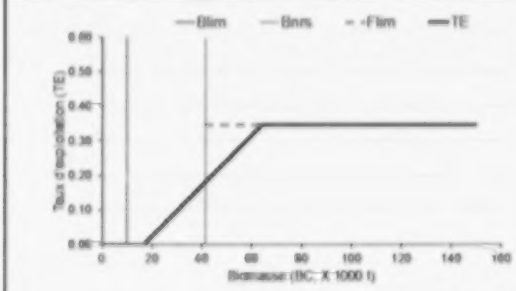
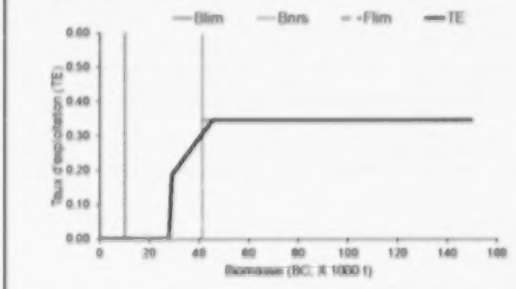
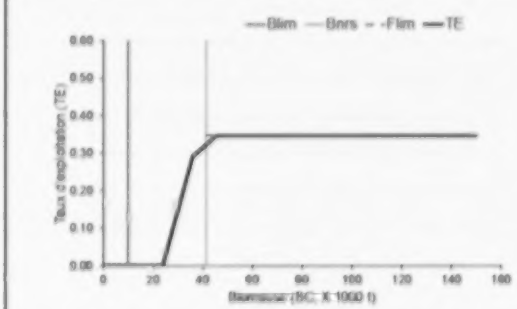
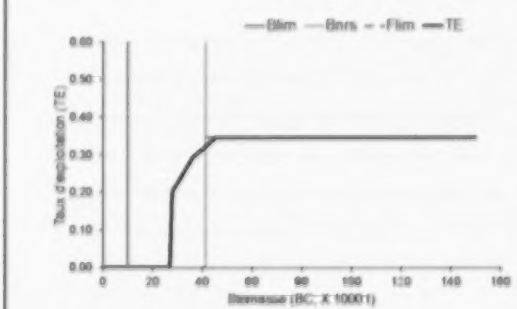
MPO. 2014. Évaluation du crabe des neiges du sud du golfe du Saint-Laurent (zones 12, 19, 12E et 12F) et avis pour la pêche de 2014. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Avis sci. 2014/008.

Moriyasu, M., E. Wade, M. Hébert, et M. Biron. 2008. Revue du relevé au chalut et du protocole utilisé pour l'estimation des indices d'abondance de crabe des neiges dans le sud du golfe du Saint-Laurent. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2008/069.

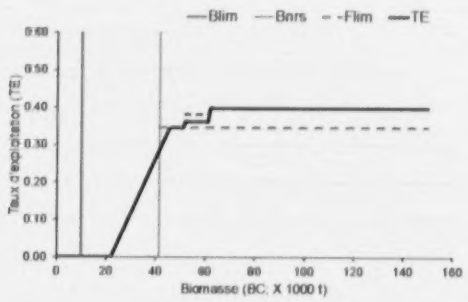
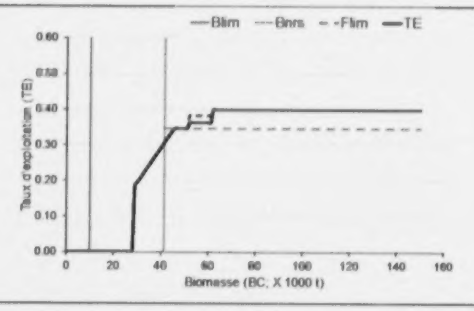
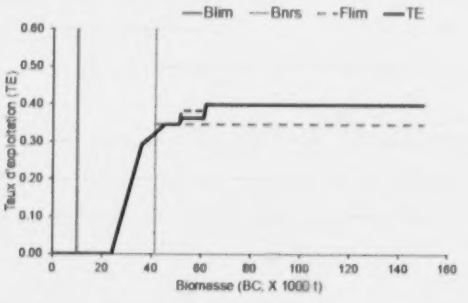
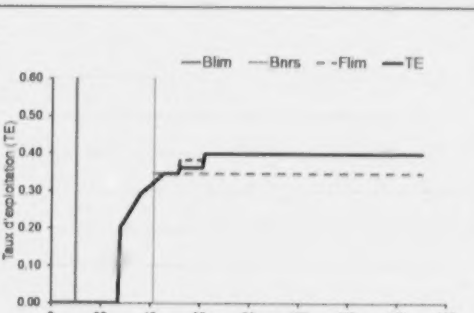
Sainte-Marie, B., Gosselin, T., Sévigny, J.-M., and Urbani, N. 2008. The snow crab mating system : opportunity for natural and unnatural selection in a changing environment. Bulletin of Marine Science 83: 131-161.

ANNEXES

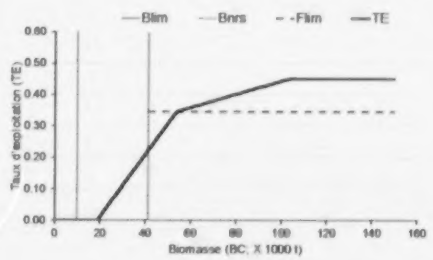
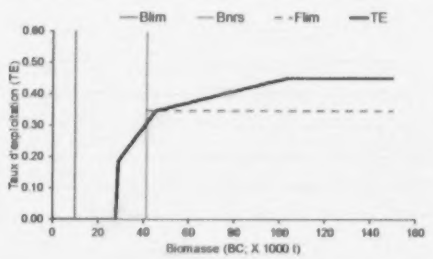
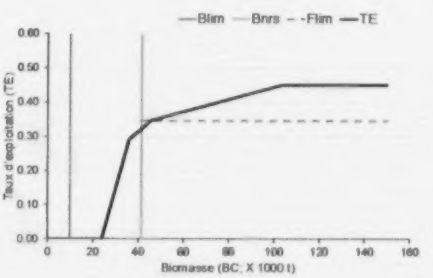
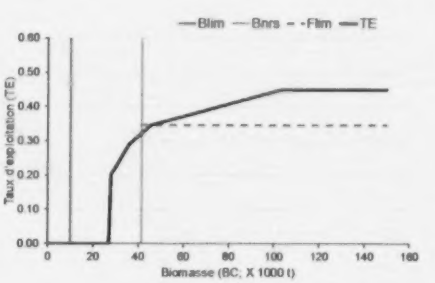
Annexe 1. Variantes de règles dans la zone de prudence pour la variante de règle linéaire dans la zone saine qui ont été évaluées conformes à l'AP.

Répresentation visuelle de la règle	Paramètres et équations des règles
	B_{lim} = 10 000 t ; B_{NRS} = 41 400 t ; TE_{crit} = 0 ; F_{lim} = 0,346 ; α= 1,7 ; β = 1,55 Zone de prudence $Si\ BC \leq B_{lim} \cdot \alpha$ alors $TE = TE_{crit}$ $Si\ B_{lim} \cdot \alpha < BC \leq B_{NRS} \cdot \beta$ alors $TE = TE_{crit} + (F_{lim} - TE_{crit}) \cdot \left(1 - \left(\frac{B_{NRS} \cdot \beta - BC}{B_{NRS} \cdot \beta - B_{lim} \cdot \alpha}\right)\right)$ Zone saine $Si\ BC > B_{NRS} \cdot \beta$ alors $TE = F_{lim} = 0{,}346$
	B_{lim} = 10 000 t ; B_{NRS} = 41 400 t ; TE_{crit} = 0 ; F_{lim} = 0,346 ; B_{crit} = 28 000 ; α= 1 ; β = 1,1 Zone de prudence $Si\ BC \leq B_{crit}$ alors $TE = TE_{crit}$ $Si\ B_{crit} < BC \leq B_{NRS} \cdot \beta$ alors $TE = TE_{crit} + (F_{lim} - TE_{crit}) \cdot \left(1 - \left(\frac{B_{NRS} \cdot \beta - BC}{B_{NRS} \cdot \beta - B_{lim} \cdot \alpha}\right)\right)$ Zone saine : similaire à ci-haut
	B_{lim} = 10 000 t ; B_{NRS} = 41 400 t ; TE_{crit} = 0 ; F_{lim} = 0,346 ; B_{bas} = 36 000 ; TE_{bas} = 0,29 ; α= 2,4; β = 1,1 Zone de prudence $Si\ BC \leq B_{lim} \cdot \alpha$ alors $TE = TE_{crit}$ $Si\ B_{lim} \cdot \alpha < BC \leq B_{bas}$ alors $TE = TE_{crit} + (TE_{bas} - TE_{crit}) \cdot \left(1 - \left(\frac{B_{bas} - BC}{B_{bas} - B_{lim} \cdot \alpha}\right)\right)$ $Si\ B_{bas} < BC \leq B_{NRS} \cdot \beta$ alors $TE = TE_{bas} + (F_{lim} - TE_{bas}) \cdot \left(1 - \left(\frac{B_{NRS} \cdot \beta - BC}{B_{NRS} \cdot \beta - B_{bas}}\right)\right)$ Zone saine : similaire à ci-haut
	B_{lim} = 10 000 t ; B_{NRS} = 41 400 t ; TE_{crit} = 0 ; F_{lim} = 0,346 ; B_{crit} = 27 000 t ; B_{bas} = 36 000 ; TE_{bas} = 0,29 ; α= 1; β = 1,1 Zone de prudence $Si\ BC \leq B_{crit}$ alors $TE = TE_{crit}$ $Si\ B_{crit} < BC \leq B_{bas}$ alors $TE = TE_{crit} + (TE_{bas} - TE_{crit}) \cdot \left(1 - \left(\frac{B_{bas} - BC}{B_{bas} - B_{lim} \cdot \alpha}\right)\right)$ $Si\ B_{bas} < BC \leq B_{NRS} \cdot \beta$ alors $TE = TE_{bas} + (F_{lim} - TE_{bas}) \cdot \left(1 - \left(\frac{B_{NRS} \cdot \beta - BC}{B_{NRS} \cdot \beta - B_{bas}}\right)\right)$ Zone saine : similaire à ci-haut

Annexe 2. Variantes de règles dans la zone de prudence pour la variante de règle à étapes dans la zone saine qui ont été évaluées conformes à l'AP.

Répresentation visuelle de la règle	Paramètres et équations des règles
	B_{lim} = 10 000 t ; B_{NRS} = 41 400 t ; B_{RMS} = 51 700 ; B_{max} = 61 700 t ; TE_{crit} = 0 ; α= 2,2 ; β = 1,1 Zone de prudence $Si\ BC \leq B_{lim} * \alpha$ alors $TE = TE_{crit}$ $Si\ B_{lim} * \alpha < BC \leq B_{NRS} * \beta$ alors $TE = TR_{crit} + (F_{lim} - TE_{crit}) * \left(1 - \left(\frac{B_{NRS} * \beta - BC}{B_{NRS} * \beta - B_{lim} * \alpha}\right)\right)$ Zone saine $Si\ B_{NRS} * \beta < BC \leq B_{RMS}$ alors $TE = F_{lim} = 0{,}346$ $Si\ B_{RMS} < BC \leq B_{max}$ et $si\ recrut\ y+1 < recrut\ y\ alors\ TE = TE_{moy} = 0{,}362$ $si\ recrut\ y+1 \geq recrut\ y\ alors\ TE = TE_{moy} = 0{,}382$ $Si\ BC > B_{max}$ alors $TE = TE_{max} = 0{,}3979$
	B_{lim} = 10 000 t ; B_{NRS} = 41 400 t ; TE_{crit} = 0 ; F_{lim} = 0,346 ; B_{crit} = 28 000 ; α= 1 ; β = 1,1 Zone de prudence $Si\ BC \leq B_{crit}\ alors\ TE = TE_{crit}$ $Si\ B_{crit} < BC \leq B_{NRS} * \beta$ alors $TE = TE_{crit} + (F_{lim} - TE_{crit}) * \left(1 - \left(\frac{B_{NRS} * \beta - BC}{B_{NRS} * \beta - B_{lim} * \alpha}\right)\right)$ Zone saine : similaire à ci-haut
	B_{lim} = 10 000 t ; B_{NRS} = 41 400 t ; TE_{crit} = 0 ; F_{lim} = 0,346 ; B_{bas} = 36 000 t ; TE_{bas} = 0,29 ; α= 2,4 ; β = 1,1 Zone de prudence $Si\ BC \leq B_{lim} * \alpha$ alors $TE = TE_{crit}$ $Si\ B_{lim} * \alpha < BC \leq B_{bas}$ alors $TE = TE_{crit} + (TE_{bas} - TE_{crit}) * \left(1 - \left(\frac{B_{bas} - BC}{B_{bas} - B_{lim} * \alpha}\right)\right)$ $Si\ B_{bas} < BC \leq B_{NRS} * \beta$ alors $TE = TE_{bas} + (F_{lim} - TE_{bas}) * \left(1 - \left(\frac{B_{NRS} * \beta - BC}{B_{NRS} * \beta - B_{bas}}\right)\right)$ Zone saine : similaire à ci-haut
	B_{lim} = 10 000 t ; B_{NRS} = 41 400 t ; TE_{crit} = 0 ; F_{lim} = 0,346 ; B_{bas} = 36 000 t ; TE_{bas} = 0,29 ; B_{crit} = 27 000 ; α= 1 ; β = 1,1 Zone de prudence $Si\ BC \leq B_{crit}\ alors\ TE = TE_{crit}$ $Si\ B_{crit} < BC \leq B_{bas}$ alors $TE = TE_{crit} + (ER_{bas} - TE_{crit}) * \left(1 - \left(\frac{B_{bas} - BC}{B_{bas} - B_{lim} * \alpha}\right)\right)$ $Si\ B_{bas} < BC \leq B_{NRS} * \beta$ alors $TE = TE_{bas} + (F_{lim} - TE_{bas}) * \left(1 - \left(\frac{B_{NRS} * \beta - BC}{B_{NRS} * \beta - B_{bas}}\right)\right)$ Zone saine : similaire à ci-haut

Annexe 3. Variantes de règles dans la zone de prudence pour la variante de la règle proportionelle dans la zone saine qui ont été évaluées conformes à l'AP.

Répresentation visuelle de la règle	Paramètres et équations des règles
	B_{lim} = 10 000 t ; B_{NRS} = 41 400 t ; B_{max} = 103 400 t ; TE_{crit} = 0 ; F_{lim} = 0,346 ; α= 1,9 ; β = 1,3 Zone de prudence $Si\ BC \leq B_{lim} * \alpha\ alors\ TE = TE_{crit}$ $Si\ B_{lim} * \alpha < BC \leq B_{NRS} * \beta$ alors $TE = TE_{crit} + (F_{lim} - TE_{crit}) * \left(1 - \left(\frac{B_{NRS} * \beta - BC}{B_{NRS} * \beta - B_{lim} * \alpha}\right)\right)$ Zone saine $Si\ B_{NRS} * \beta < BC \leq B_{max}$ alors $TE = F_{lim} + (TE_{max} - F_{lim}) * \left(1 - \left(\frac{B_{max} - BC}{B_{max} - B_{NRS} * \beta}\right)\right)$ $Si\ BC > B_{max}$ alors $TE = TE_{max} =$ 0,45
	B_{lim} = 10 000 t ; B_{NRS} = 41 400 t ; TE_{crit} = 0 ; F_{lim} = 0,346 ; B_{crit} = 28 000 ; α= 1 ; β = 1,1 Zone de prudence $Si\ BC \leq B_{crit}\ alors\ TE = TE_{crit}$ Si $B_{crit} < BC \leq B_{NRS} * \beta$ alors $TE = TE_{crit} + (F_{lim} - TE_{crit}) * \left(1 - \left(\frac{B_{NRS} * \beta - BC}{B_{NRS} * \beta - B_{lim} * \alpha}\right)\right)$ Zone saine : similaire à ci-haut
	B_{lim} = 10 000 t ; B_{NRS} = 41 400 t ; TE_{crit} = 0 ; F_{lim} = 0,346 ; B_{bas} = 36 000 ; TE_{bas} = 0,29 ; α= 2,4; β = 1,1 Zone de prudence $Si\ BC \leq B_{lim} * \alpha$ alors $TE = TE_{crit}$ $Si\ B_{lim} * \alpha < BC \leq B_{bas}$ alors $TE = TE_{crit} + (TE_{bas} - TE_{crit}) * \left(1 - \left(\frac{B_{bas} - BC}{B_{bas} - B_{lim} * \alpha}\right)\right)$ $Si\ B_{bas} < BC \leq B_{NRS} * \beta$ alors $TE = TE_{bas} + (F_{lim} - TE_{bas}) * \left(1 - \left(\frac{B_{NRS} * \beta - BC}{B_{NRS} * \beta - B_{bas}}\right)\right)$ Zone saine : similaire à ci-haut
	B_{lim} = 10 000 t ; B_{NRS} = 41 400 t ; TE_{crit} = 0 ; F_{lim} = 0,346 ; B_{bas} = 36 000 ; TE_{bas} = 0,29 ; B_{crit} = 27 000 t ; α= 1; β = 1,1 Zone de prudence $Si\ BC \leq B_{crit}\ alors\ TE = TE_{crit}$ $Si\ B_{crit} < BC \leq B_{bas}$ alors $TE = TE_{crit} + (TE_{bas} - TE_{crit}) * \left(1 - \left(\frac{B_{bas} - BC}{B_{bas} - B_{lim} * \alpha}\right)\right)$ $Si\ B_{bas} < BC \leq B_{NRS} * \beta$ alors $TE = TE_{bas} + (F_{lim} - TE_{bas}) * \left(1 - \left(\frac{B_{NRS} * \beta - BC}{B_{NRS} * \beta - B_{bas}}\right)\right)$ Zone saine : similaire à ci-haut

CE RAPPORT EST DISPONIBLE AUPRÈS DU :

Centre des avis scientifiques (CAS)
Région du Golfe
Ministère des Pêches et des Océans
C. P. 5030
Moncton (Nouveau-Brunswick)
Canada E1C 9B6

Téléphone : 506-851-6253
Courriel : csas-sccs@dfo-mpo.gc.ca
Adresse Internet : www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/

ISSN 1919-5117
© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2014

La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2014. Évaluation de règles de décision pour la pêche du crabe des neiges dans le sud du golfe du Saint-Laurent pour leur conformité au cadre de l'approche de précaution. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Avis sci. 2014/007.

Also available in English :

DFO. 2014. Assessment of candidate harvest decision rules for compliance to the Precautionary Approach framework for the snow crab fishery in the southern Gulf of St. Lawrence. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2014/007.